Aus dem Institut für physikalische Therapie
und Röntgenologie der Universität München
Vorstand: Professor Dr. G. Boehm

Über röntgenkymographische Untersuchungen der zentralen Kreislauforgane im heißen Schaumvollbad

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität

vorgelegt von

Friedrich Fink
aus Stuttgart

1940

Herder-Druck-München

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Mai 1938
Dekan: Professor Dr. Ph. Broemser
Referent: Professor Dr. G. Boehm

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Nachdem in den Untersuchungen Straßburgers, Stiglers, Bocks, Gollwitzer-Meiers und anderer schon das Vorliegen einer hydrostatischen Druckwirkung auf den Körper bei Wannenvollbädern festgestellt worden war, war es naheliegend, die dabei an den zentralen Kreislauforganen und den Lungengefäßen auftretenden Veränderungen auch röntgenologisch festzuhalten und zu deuten. Von den verschiedenen hier in Frage kommenden Möglichkeiten dürfte zur Zeit die röntgenkymographische Methode nach Stumpf infolge ihrer Einfachheit und verschiedener anderer Vorteile den Vorzug verdienen. So wurde denn auch diese Methode von Boehm und seinen Schülern 1936 erstmalig zur Untersuchung der zentralen Kreislauforgane und der Lungengefäße in therapeutischen Voll- und Teilbädern verschiedener Art herangezogen. Ekert entwickelte hierzu über verschiedene Formen die heutige Versuchsanordnung und baute die Methodik und die Sicherungsvorrichtungen aus.

Es konnten bisher in einer größeren Zahl von Untersuchungsserien bei Vollbädern eine Reihe kymographischer Symptome festgestellt werden, welche mit großer Wahrscheinlichkeit als Auswirkungen des hydrostatischen Druckes auf die zentralen Kreislauforgane aufzufassen sind. Ein Teil derselben trat bei allen Vollbädern fast regelmäßig auf, andere dagegen konnten nur bei speziellen Vollbäderformen, wie dem mannstiefen Stehbad, nachgewiesen werden. Andere wieder waren selten zu beobachten und nicht regelmäßig auftretend.

Solche Symptome sind nach den bisherigen zusammenfassenden Feststellungen Ekerts:

1. Bewegungsstillstand größerer Abschnitte der Herzkontur. Wir verstehen hierunter das Fehlen von Zackenbildungen an dem Teil der Herzkontur, welche sonst mehr oder minder ausgeprägte Bewegungen zeigt, insbesondere Bewegungsstillstand im Herzspitzengebiet. Entsprechend dem

technischen Zustandekommen der kymographischen Aufnahme handelt es sich hierbei um Fehlen einer Bewegung in der Rasterschlitzrichtung.

2. Bewegungsverarmung einer Randpartie.
   Wir haben hier einen schwächeren Grad als den Bewegungsstillstand vor uns, wobei noch vereinzelte Randzacken zu erkennen sind.
3. Das sogenannte balneologische Cavaphänomen, d. h. eine Verbreiterung des Gefäßbandschattens im Aufzweigungsgebiet der Vena cava superior.
4. Pulsation vorwiegend ventrikulären Charakters bei Cavaphänomen.
   Die Pulsation ähnelt meist den Zacken der oberen Ventrikelkontur links mit einer geringen zeitlichen Versetzung und ist wahrscheinlich dadurch bedingt, daß bei praller Füllung (Rückstauung) das Venensystem sozusagen als fester Körper dem Ventrikel aufsitzt und dessen Bewegung mitmacht.
5. Vergrößerung der Herzschattenbreite bei gleichem Zwerchfellstand.
   Herzvergrößerung bei tieferem Zwerchfellstand (tiefere Inspiration) ist unter Umständen ebenfalls verwertbar.
6. Totalumformung des Herzschattens und zwar je nachdem stärkere Ausbuchtung rechts bzw. links.
7. Mediale Plateaubildung an der linken Ventrikelkontur.
   Breites Tal im Fußpunkt der Medialbewegung, synchron der Aortenlateralbewegung.
8. Laterale Plateaubildung an der Herzspitze bzw. der linken Ventrikelkontur.
   Abflachung der Zackenspitze bei nicht zu geringer Frequenz. (Starke Bradykardie ergibt Pseudoplateau.)
9. Systolische Lateralbewegung links,
   kenntlich bei Vergleich mit höher gelegener Ventrikelbewegung.
10. Kleinzackige Aufsplitterung im Spitzengebiet.
11. Konturknick links.

Mehr oder minder ausgeprägte Abwinklung der Konturlinie links, die gleichzeitig Trennlinie verschiedener Bewegungstypen — allerdings nicht immer — sein kann. Beispielsweise oben normal, unten systolische Lateralbewegung.

12. Bewegungslücke links.
Umschriebener Bewegungsausfall bei sonst bewegter linker Kontur, morphologisch ähnlich dem Infarktsymptom der Literatur.

13. Aufhellungsdreieck unter der Herzspitze durch Abhebung der prall gefüllten Herzspitze vom Zwerchfell vielleicht bedingt.

14. Rechtsruck,
kenntlich an entsprechender Bewegung der anderen Kontur.

15. Veränderung der Hilus- und Lungengefäßzeichnung.

Diese röntgenkymographischen Zeichen konnten bei den verschiedenen Untersuchungsserien in wechselnder Häufung gefunden werden (Knölle, de Cillia), wobei die Deutung der einzelnen Zeichen teilweise noch unklar ist oder offen bleiben muß.

Es steht heute ziemlich fest, daß zwischen dem Auftreten einiger Zeichen (Cavaphänomen, Bewegungsverarmung und -stillstand, Vergrößerung der Herzschattenbreite) und der Einwirkung des hydrostatischen Druckes eine Beziehung besteht. Und zwar können diese Zeichen heute mit einer großen Wahrscheinlichkeit als Einwirkung des hydrostatischen Druckes auf die Körperperipherie aufgefaßt werden. Von Interesse dürfte sein, daß z. B. bei Moorbädern (de Cillia, mündliche Mitteilung*) festgestellt werden konnte, daß ein Bad in dickem Moorbrei nur geringe oder keinerlei röntgenkymographische Zeichen ergibt, die sich als Einwirkung eines starken hydrostatischen Druckes deuten ließen, während ein Bad in sehr dünnem Moor fast die gleichen röntgenkymographischen Veränderungen an den zentralen Kreislauforganen zeitigt wie ein

* Mitgeteilt im Vortrag auf der Tagung der International Society of Medical Hydrology 1937 in Wiesbaden.

Wasservollbad. Dieses Verhalten, das allerdings noch des Nachweises an einer größeren Versuchsreihe entbehrt, wäre vielleicht so zu erklären, daß dickes Moor infolge der größeren Zähigkeit und der stärkeren inneren Reibung nicht so sehr auf den im Moor befindlichen Körper drückt wie dünneres Moor, das den Körper viel dichter umschließt.

Wie erfahrene Badeärzte schon wußten, stellt ein therapeutisches Vollbad gleichzeitig eine gewisse Belastung des Kreislaufs bzw. eine Arbeitsleistung dar. Diese Belastung wird ja praktisch schon lange in dosierter Weise für die Badetherapie der Kreislaufkrankheiten benützt. So sprach Schott bei den CO_2-Bädern z. B. direkt von einer „Übungsstunde" des Herzens und wir können diese Benennung auch in gewissem Grade auf alle entsprechend dosiert verabreichten Bäder ausdehnen. Für manche Kreislaufkranke ist aber diese „Übungsstunde" zweifellos noch zu anstrengend. Man hat deswegen immer wieder nach Bäderformen gesucht, die zwar infolge entsprechender Anwendungsform eine kreislaufentlastende Hautreizung ausüben oder — wie es z. B. zur Behandlung rheumatischer Erkrankungen notwendig ist — eine gewisse Wärmestauung hervorrufen, ohne die belastende Wirkung des hydrostatischen Druckes zu besitzen. So untersuchte Knölle mit Hilfe der röntgenkymographischen Methode am Münchener Institut ergänzend in einer kleineren Zahl von Versuchen die Auswirkung von Kohlensäuregas-Bädern auf die zentralen Kreislauforgane. Es fehlten dabei die Zeichen, die als Folge des hydrostatischen Druckes aufzutreten pflegen. Es fehlte jedoch auch eine stärkere hautreizende Wirkung der Kohlensäure: zumindest erreichte man bei weitem nicht die Hyperämie, die man mit CO_2-Wasserbädern zu sehen gewöhnt ist. Möglicherweise spielt eben hierbei die Feuchtigkeit des die CO_2 führenden Wassers und eine gewisse Wärmestauung durch das Wasser infolge Hemmung der Abstrahlung eine Rolle, ganz abgesehen von dem verschiedenen Temperaturverhalten der trockenen CO_2-Anwendung des CO_2-Wasserbades. Auch bei anderen therapeutischen Bädern dürfte die Wärmestauung bzw. die Feuchtigkeit für

einen Teil der biologischen Wirkung auf den Körper nötig sein, wie das beim Moorbad z. B. als Ursache für die Veränderungen am roten Blutbild und an den Reticulocytenwerten vermutet wird. Es ist daher verständlich, daß man, besonders nachdem man durch zahlreiche Versuche den tiefgreifenden Einfluß auf die biologischen Vorgänge im Körper bei Moorbädern nachweisen konnte, danach trachtete, diese Wirkungen hervorzurufen, ohne mit der erheblichen Belastung durch den hydrostatischen Druck rechnen zu müssen, welcher auch bei den meisten Anwendungsformen des Moorbades vorhanden ist. Neumaier und Steckel konnten nun bei massiver Heißwasserbehandlung eine Steigerung der Erythrocytenzahlen und der Vitalgranulierten erreichen. Wie Neumaier selbst hervorhebt, kommen jedoch diese Anwendungen für die Therapie nicht in Betracht, da schon beim Gesunden bedeutende Nebenwirkungen, wie z. B. nervöse Störungen, zu beobachten sind.

Beim Moorbad erfolgt eben die Wärmezufuhr infolge der besonderen physikalischen Beschaffenheit des Moores schonend und trotzdem nachhaltig wärmestauend, während beim Heißwasserbad infolge der leichten Beweglichkeit des Wassers die Kontaktschichten rasch wechseln und zu einer rasch auftretenden Form der Wärmezufuhr führen. Jene Badeform, die eine vielleicht ähnliche biologische Wirkung auf den Körper auszuüben fähig wäre, ohne die störende Beeinflussung durch den hydrostatischen Druck oder jähe Temperaturreize zu besitzen, müßte demnach mit einem möglichst wärmestauenden und leichten Medium ausgeübt werden. Wir verfügen über ein diesen Forderungen teilweise genügendes Bad in Form des Schaumbades, das ja infolge der geringen Leitfähigkeit der Schaumbläschen wärmestauend wirkt und auf die Körperfläche infolge der Leichtigkeit der Schaumbläschen kaum einen Druck ausübt. Selbstverständlich kann und soll damit das Schaumbad nicht als Vollersatz für eine Moorbadekur bezeichnet werden, da ja letztere je nach der Moorart und dem Klima des Moorbadeorts besondere Wirkungen hat.

Das Schaumbad selbst besteht aus Wasser und entsprechenden saponinhaltigen Zusätzen. Manche Schaumbäder, wie das aus dem schwedischen Schaumbadfabrikat „Peng" bereitete, werden durch Zusatz von Seifenflocken zu heißem Wasser hergestellt.

Bei dem von uns zu den Versuchen verwandten Sandorschen Schaumbad handelt es sich um einen Zusatz der erstgenannten Art. Der Schaum wurde durch Einblasen von Luft mittels eines Metallrostes, in dessen einzelnen Hohlstäben sich in Abständen von etwa 4 cm feine Öffnungen befanden, erzeugt. Ein Teil der Autoren, die bisher mit Schaumbädern arbeiteten, verwandte dieses Sandorsche Schaumbad zu ihren Versuchen, so Fürstenberg und Behrend, Löwenstein u. a. Andere wie Blau arbeiteten vorwiegend mit dem schwedischen Schaumbad „Peng", das, wie schon oben erwähnt, mittels Zusatz von feinen Seifenflocken zum Wasser hergestellt wird. Bei letzterem ist keine besondere Apparatur zum Erzeugen des Schaumes erforderlich. Der Schaum wird hierbei nicht wie beim Sandorschen Schaumbade mittels eines Rostes, durch den Luft durch die Seifenlösung geblasen wird, erzeugt, sondern hier genügt einfaches Schlagen der Seifenlösung mit einem Teppichklopfer oder mit den Händen. Die Schaumarten sollen nach Löwenstein bei beiden Schaumbädern ziemlich gleich sein. Das Schaumbad „Peng" soll außerdem durch einen manchmal intensiven Geruch nach Ammoniak etwas unangenehm sein. Beim Sandorschen Schaumbad besteht überdies die Möglichkeit die Schaumentwicklung nicht nur mit Luft, sondern auch mit CO_2 oder Sauerstoff vorzunehmen. Es wird deshalb von mehreren Autoren dem Schaumbad „Peng" vorgezogen.

Über Schaumbäder liegen seit den ersten Veröffentlichungen von Fürstenberg und Behrend eine Reihe von Untersuchungen, über die verschiedenen Teilwirkungen und nach verschiedenen Gesichtspunkten angestellt, vor. Sämtliche Autoren heben die kreislaufschonende Wirkung des Schaumbades hervor, die trotz starken Schweißverlustes im Bade zu bemerken war. Ebenso konnte eine blutdruckerhöhende Wirkung nie fest-

gestellt werden (Fürstenberg und Behrend), ja es wurde sogar häufig eine geringe Senkung beobachtet (Löwenstein). Nach Löwenstein ist die Erhöhung des Gasstoffwechsels im Schaumbad nur vorübergehend. Nur bei den heißen Formen konnte eine Steigerung der Temperatur der Körperdecke und eine mäßige Steigerung der Körpertemperatur festgestellt werden. Der physiologischen Wirkungsweise nach wird das Schaumbad in die Mitte zwischen warmem Wasserbad und Luftbad gestellt, bei höherer Schaumtemperatur zwischen heißem Vollbad und Heißluftbad (Groedel und Wachter).

Als Indikationen für das Schaumbad werden genannt: Adipositas, Ischias, Myalgien, Neuralgien, Rheumatismus, Arthritis deformans, Acne, Impetigo (Blau). Als Kontraindikationen nennt Blau ausgesprochene Herz- und Nierenerkrankungen. Außerdem wird von Clemm über einen überraschend guten therapeutischen Erfolg bei einem Fall von schwerem chronischem Gelenkrheumatismus berichtet, bei dem jede andere Therapie versagt hatte.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden am differenten heißen Schaumbad angestellt. Bei diesen Untersuchungen saß die Versuchsperson nicht in dem die schaumerzeugende Substanz enthaltenden heißen Wasser. Vielmehr war es uns darum zu tun, möglichst die reine Schaumwirkung zu beobachten. Es saß daher die Versuchsperson in der Wanne auf einem Holzrost, dessen Boden etwa 7 cm über dem Wannenboden war. Das heiße Wasser mit dem schaumerzeugenden Mittel reichte bis knapp unter die Bodenfläche des Rostes, kam also mit der Haut der Versuchsperson nicht in Berührung. In ähnlicher Weise verfuhren Groedel und Wachter bei ihren Stoffwechseluntersuchungen mit Schaumbädern.

Unsere Versuchsvorrichtung mußte entsprechend der Verbindung der röntgenologischen Untersuchungsmethode mit der zu untersuchenden Bäderanwendung etwas umgeformt werden. Es stand uns hierzu die an zahlreichen anderen balneokymographischen Untersuchungsreihen bewährte Methode zur Verfügung, die von Ekert eingehender beschrieben worden ist.

Bemerkt sei, daß zu den Versuchen nur völlig kreislaufgesunde jugendliche Personen zwischen 20 und 30 Jahren zugezogen wurden.

Die Versuchsanordnung ist im wesentlichen folgende: Als Versuchswanne dient uns eine tiefe Zinkblechbadewanne, deren Kopfwand entfernt und mit einer geraden Fläche ausgewechselt war. Diese gerade Rückwand war gegenüber dem Wannenboden schräg gestellt und bestand aus 1 mm dickem Aluminiumblech. Vor dieser als Rückwand dienenden schrägen Fläche aus Aluminiumblech befanden sich etwa im Abstand des sagittalen Thoraxdurchmessers, seitlich am Wannenboden und oben seitlich am Wannenrand beiderseits einfache Feststellvorrichtungen, die erlaubten, den aus starkem Aluminiumblech bestehenden Tauchkasten (für die Aufnahme des Kymographen dienend) auf zwei seitlichen Füßen gesichert einzusetzen, und je nach der Thoraxform und der Stellung der Versuchsperson die Lage des Tauchkastens anzupassen. Dieser Tauchkasten dient zur Aufnahme des Kymographen. Es ist an der dem Thorax anliegenden Wand ein der Kassettengröße entsprechendes Fenster von dünnerem Aluminiumblech (0,5 mm) eingeschweißt. Der Tauchkasten ist, um ein leichtes Auswechseln der Filmkassette zu ermöglichen, entsprechend geräumig geformt. Zum Ausgleich der nicht unbeträchtlichen Auftriebskräfte war der Tauchkasten innen mit einem Bleistück beschwert. Der Kymograph nach Stumpf und zwar das ältere Modell desselben erwies sich als weitgehend geeignet für die Verwendung in diesem Tauchkasten. Es war der Bedienung wegen jedoch zweckmäßiger, den Kymographen umgekehrt, d. h. mit dem Ölbremsen- und Steuermechanismus nach oben, in den Tauchkasten zu stellen.

Zu unseren Aufnahmen verwandten wir den fahrbaren Röntgenhalbwellenapparat „Ordix" der Firma Koch & Sterzel, Dresden.

Die Schaltdaten waren bei einem Fokushautabstand von 1,10 m, und zwar bei leerer und gefüllter Wanne, bei Schaltstufe 9 des Ordixapparates 85—90 KV, 60 MA, während die

Rasterablaufzeit 3,2 Sekunden betrug. Die Filterung setzte sich, entsprechend den verschiedenen Aluminiumeinsätzen in Tauchkasten und Wanne, aus verschiedenen Größen zusammen. So war, wie beschrieben, in dem Tauchkasten ein Aluminiumblech von 0,5 mm Dicke, in der Wannenrückwand ein solches von 1 mm Dicke. Die Eigenfilterung des Röhrenfensters mittels Vorsatzfilters betrug 1,5 mm Aluminium. Wir hatten demnach eine Gesamtfilterung von 3 mm Aluminium für den Film und für die Rückenhaut des Patienten eine Filterung von 2,5 mm. Um die möglicherweise mehr gefährdete Haut der Kopf- und Nackenpartien der Versuchsperson, die durch die Aluminiumwand nicht gedeckt wird, vor dem weicheren Strahlengemisch zu schützen, wurde die Nacken- und Kopfpartie durch Bleigummiplatten mit einem Äquivalenzwert von 1 mm Blei abgeschirmt. Zur weitgehenden Verringerung der Streustrahlung wurde ein verhältnismäßig enger Tubus verwandt. Es war dadurch möglich, die infolge der verwandten Strahlenhärte starke Streustrahlung wesentlich herabzusetzen. Dies schien in Anbetracht der zeitlich raschen Aufeinanderfolge der Untersuchungsserien für Ärzte und Umstehende besonders erforderlich. Nahe vor der Versuchsanordnung, die Röhre und die Wannenrückwand verdeckend, wurde außerdem an einem Gestell ein großes Stück Bleigummi von oben genanntem Äquivalenzwert von 1 mm Blei aufgehängt. Um die Bildschärfe zu verbessern, verwandten wir nicht nur allein einen engen Röhrentubus, sondern deckten auch die Aluminiumrückwand der Wanne außerhalb der Filmkassettenfläche mit Bleigummiplatten vom Äquivalenzwert 1 mm Blei ab. Bei der beschriebenen Versuchsanordnung beträgt nach Ritters Messungen am 6-Ventil-Röhrenapparat pro Kymogramm die der Versuchsperson zugefügte Strahlendosis etwa 2 r bei einem Fokushautabstand von 1,20 m. Bei Verwendung des Halbwellenapparates Ordix dürfte trotz des kleineren Fokushautabstands von 1,10 m die Strahlendosis pro Kymogramm die angeführte Zahl von 2 r nicht überschreiten. Eine Aufnahmeserie von 4—6 Kymogrammen ist daher vom Gesichtspunkt der Strahlenschädigung

aus als durchaus ungefährlich zu bezeichnen, vorausgesetzt, daß in den vorhergehenden 4—6 Wochen keine Röntgenuntersuchungen mit höherer Hautbelastung vorgenommen wurden.

Zur Aufnahmetechnik selbst sei bemerkt:

Bei vergleichenden Untersuchungen der Kreislauforgane in verschiedenen Bädern ist die Erreichung des gleichen Zwerchfellstandes besonders wichtig, um über Größenänderungen des Herzens und des Gefäßbandes etwas aussagen zu können. Durch den erheblichen Einfluß des hydrostatischen Druckes auf Bauchgebiet und Brustkorb (wie schon Straßburger nachweisen konnte) und die dadurch allein schon bedingte Änderung des Zwerchfellstandes, ist es nicht immer leicht, gleiche Verhältnisse zu bekommen. Bei Wannenvollbädern ist daher eine tiefere Inspirationsstellung notwendig. Dann gelingt es meist für die Messungen den gleichen Zwerchfellstand zu erreichen. Beim Schaumbad ist dieser Ausgleich durch tiefere Inspiration und damit tiefere Senkung des Zwerchfells nicht erforderlich.

Der luftgefüllte Schaum übt kaum einen Druck auf den Körper aus. Die Aufnahmen konnten daher sämtliche sowohl im Schaumbad wie in der leeren Wanne in mittlerer Exspirationsstellung gemacht werden. Die Wassertemperatur betrug bei Beginn des Schaumbades meist 40—45° C, die Schaumtemperatur war — in mittlerer Höhe und immer an derselben Stelle gemessen — 33—39° C nach Beendigung der Schaumentwicklung. Die Schaumentwicklung, d. h. die Füllung der gesamten Wanne mit Schaum dauerte meist etwa 5 Minuten. Die Versuchsperson saß dann, wie es auch für die Durchführung des therapeutischen Schaumbades gefordert wird, bis zum Hals in dem leichten, zähen, glänzenden Schaum. Wir erstrebten bei jeder Versuchsperson die Erreichung des Schweißausbruches auf Stirn und Gesicht. Dann warteten wir noch einige Minuten, um den Schaum rasch zur Auflösung zu bringen.

Es wurde immer erst eine Aufnahme in der leeren Wanne gemacht, der dann eine Reihe weiterer Aufnahmen nach der Schaumentwicklung und nach dem Schweißausbruch folgten.

Nach dem Zusammenfallen des Schaumes, meist 5—10 Minuten nachher, wurde noch eine Aufnahme gemacht. Zu dem Zeitpunkt jeder Aufnahme wurde sowohl die Wassertemperatur als auch die Schaumtemperatur immer an den gleichen Stellen gemessen.

Zu den im Folgenden dargestellten Ergebnissen und Tabellen ist noch zu sagen:

Nach Vergleichen des Zwerchfellstandes bei den Aufnahmen der einzelnen Serien wurde der größte Durchmesser des Herzens und des Gefäßbandes, gemessen bis zum lateralen Endpunkt der Kymogrammzacken, bestimmt. Dabei wurde bei jeder Serie eine eigene Mittellinie konstruiert. Es wurde hierzu je nach Möglichkeit entweder auf einen in den Aufnahmen noch leicht sichtbaren Processus spinosus eines Wirbels oder etwa auf die beiden Sternoclaviculargelenke Bezug genommen. Von dieser Mittellinie aus wurde nach rechts und links jeweils die größte Ausdehnung des Herzens und Gefäßbandes bestimmt. (Im Folgenden mit MR und ML beim Herzen, mit GR und GL beim Gefäßband bezeichnet.)

Bei Typ I und Typ II handelt es sich um die bekannte Einteilung des kymographischen Herzbildes nach Stumpf.

Es wurde weiterhin versucht, durch Messung der Höhe des Herzens, d. h. des Abstands vom obersten Punkte des Aortenknopfes bis zum tiefsten Punkt des auf dem Zwerchfell aufliegenden Herzens eine weitere Kontrolle für gleichen Zwerchfellstand zu gewinnen. Diese Zahlen sind jedoch begreiflicherweise sehr ungenau und dementsprechend nicht stark zu bewerten, da sich auf vielen Aufnahmen das Herz vom Zwerchfell und den Abdominalorganen nur unscharf abhebt.

Es folgen nun die bei Durchsicht der Röntgenkymogramme gewonnenen Zahlen und Befunde:

Serie I.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 10 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 45° C
   Schaumtemp. 38° C
3. Aufnahme: 30 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 33,5° C

	I.	II.	III.
Höhe	14	12,5	13*
MR + ML	12,3	12,4	12,3
GR + GL	5,6	5,7	5,7
Typ	I	I	I

Serie II.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 45° C
   Schaumtemp. 39° C
3. Aufnahme: 30 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 42° C
   (10 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 38° C
4. Aufnahme: 40 Min. nach Beginn des Schaumbades
   10 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.
Höhe	11,5	11,5	11,5	11,5
MR + ML	14	13,9	13,6	13,7
GR + GL	6	5,8	5,7	5,9
Typ	II	II	II	II

Serie III.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 10 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 42° C
   Schaumtemp. 39° C
3. Aufnahme: 25 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 34° C
4. Aufnahme: 35 Min. nach Beginn des Schaumbads
   8 Min. nach Auflösung des Schaums

* Die Höhe ist hier ungenau wegen schlechter Abgrenzung des Zwerchfellstandes.

5. Aufnahme: 55 Min. nach Beginn des Schaumbades
20 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	16,5	16	16	16	15
MR + ML	16,8	16,5	16,3	16,5	16,9
GR + GL	8,5	8,6	8,5	8,5	8,4
Typ	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II

Serie IV.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 10 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
(5 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 37° C
3. Aufnahme: 20 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
Schaumtemp. 33,5° C
4. Aufnahme: 30 Min. nach Beginn des Schaumbads
10 Min. nach Auflösung des Schaums

	I	II.	III.	IV.
Höhe	13	13	13	13
MR + ML	12,9	12	11,5	12,2
GR + GL	5,7	5,7	5,3	5,6
Typ	I	I	I	I

Serie V.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 41° C
Schaumtemp. 37° C
3. Aufnahme: 25 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 41° C
Schaumtemp. 37° C
4. Aufnahme: 30 Min. nach Beginn des Schaumbads
5 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.
Höhe	13,5	13,6	13,5	13,5
MR = ML	12,4	11,8	11,7	12
GR + GL	5,9	5,8	5,7	5,6
Typ	I	I	I	I

Serie VI.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 20 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 36° C
3. Aufnahme: 30 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 37° C
   Schaumtemp. 33° C
4. Aufnahme: 37 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 37° C
   Schaumtemp. 33° C
5. Aufnahme: 42 Min. nach Beginn des Schaumbads
   5 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	15	15,5	15,5	15,5	15,5
MR + ML	13,1	13	12,9	12,8	13
GR + GL	6	5,8	5,8	6,1	6
Typ	I	I	I	I	I

Serie VII.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 7 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 34° C
3. Aufnahme: 27 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 39° C
   Schaumtemp. 32° C
4. Aufnahme: 37 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   (7 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 32° C
5. Aufnahme: 42 Min. nach Beginn des Schaumbads
   5 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
MR + ML	15,4	15,5	15,6	15,3	16
GR + GL	5,8	5,9	5,7	5,9	6
Typ	I	I	I	I	I

Serie VIII.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 45° C
   Schaumtemp. 39° C
3. Aufnahme: 30 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 38° C
4. Aufnahme: 45 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   (10 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 37° C
5. Aufnahme: 50 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   (5 Min. nach 20 gtt Sympatol) Schaumtemp. 37° C
6. Aufnahme: 60 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 37° C
   (7 Min. n. weit. 10 gtt Sympatol) Schaumtemp. 36° C

Bei dieser Versuchsserie wurde das Schaumbad extrem lange ausgedehnt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Höhe	11	11,5	11,5	11	11	11
MR + ML	16,3	16,1	16,3	16,7	16,7	16,9
GR + GL	8,2	9,1	8,2	8,2	8,1	8,3
Typ	II	II	II	II	II	II

Serie IX.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 35 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   Schaumtemp. 33° C
3. Aufnahme: 42 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 36° C
   (15 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 30° C

	I.	II.	III.
Höhe	17,5	17	17
MR + ML	13,8	12,9	12,3
GR + GL	7,4	7,3	7,3
Typ	I	I	I

Serie X.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 13 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
   Schaumtemp. 37° C
3. Aufnahme: 45 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 45° C
   Schaumtemp. 31° C
4. Aufnahme: 50 Min. nach Beginn des Schaumbades
   5 Min. nach Auflösung des Schaums
   Vor dem Kollaps
5. Aufnahme: 55 Min. nach Beginn des Schaumbades
   Im Kollaps

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	15	14,5	14,5	14,5	14,5
MR + ML	12,8	12,8	12,6	12,4	13
GR + GL	6,5	6,5	6,3	6,3	5,7
Typ	I	I	I	I	I

Es handelte sich hier um einen asthenischen, schlecht genährten Mann, der, wie er nachträglich angab, den ganzen Tag nicht gegessen hatte. Es kam daher bald nach dem Schweißausbruch zu einem Kollaps mit auffallend starker Blässe, ganz kleinem Puls mit Verringerung der Frequenz. In den Aufnahmen 4 und 5 konnten die entsprechenden röntgenkymographischen Bilder festgehalten werden. Nach einer tüchtigen Mahlzeit erholte sich die Versuchsperson sofort.

Serie XI.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 42° C
   Schaumtemp. 34° C
3. Aufnahme: 35 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 39° C
   (5 Min. n. Schweißausbruch) Schaumtemp. 35° C
4. Aufnahme: 45 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   Schaumtemp. 33,5° C
5. Aufnahme: 55 Min. nach Beginn des Schaumbads
   10 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	11	11	11	10	11
MR + ML	13	12,7	13,5	12,9	12,9
GR + GL	6,9	6,6	6,6	6,6	6,6
Typ	II	II	II	II	II

Serie XII.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 10 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
   Schaumtemp. 37° C
3. Aufnahme: 20 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   (leichter Schweißausbruch) Schaumtemp. 33° C
4. Aufnahme: 35 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 37° C
   Schaumtemp. 32° C
5. Aufnahme: 40 Min. nach Beginn des Schaumbads
   4 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	16	15	15	15,5	15
MR + ML	12,8	12,6	12,5	12,6	12,9
GR + GL	6,3	6,3	6,1	6,2	6,2
Typ	II	II	II	II	II

Serie XIII.

1. Aufnahme vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
   Schaumtemp. 38° C
3. Aufnahme: 30 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 39° C
   Schaumtemp. 36° C
4. Aufnahme: 35 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 38° C
   Schaumtemp. 35° C
5. Aufnahme: 40 Min. nach Beginn des Schaumbads
   4 Min. nach Auflösung des Schaums

	I.	II.	III.	IV.	V.
Höhe	10	10	9	9,5	9
MR + ML	17,6	17,7	17,3	nicht genau meßbar	
GR + GL	8,2	7,5	7,7	7,4	7,9
Typ	I	I	I	I	I

Serie XIV.

1. Aufnahme: vor dem Schaumbad.
2. Aufnahme: 15 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 43° C
   Schaumtemp. 39° C
3. Aufnahme: 25 Min. im Schaumbad. Grundwassertemp. 40° C
   Schaumtemp. 36° C

	II.	II.	III.
Höhe	14,5	14,5	14
MR + ML	15,3	14,2	14,9
GR + GL	7,5	7,5	7,1
Typ	I	I	I

Aus den vorstehenden Versuchsaufnahmen war außerdem ersichtlich, daß beim Schaumbad keines der kymographischen Zeichen auftrat, die in früheren Untersuchungsreihen (Knölle, de Cillia) beobachtet und als Auswirkung des hydrostatischen Druckes aufgefaßt wurden. Die vorstehenden Tabellen zeigen, daß im Schaumbad wohl gelegentlich Verkleinerungen jenseits der Meßfehlergrenze auftraten, jedoch keine Vergrößerungen, wie sie im Wasserwannenvollbad und im Moorvollbad beobachtet wurden. Verkleinerungen ähnlicher Art konnten von Epple öfters beim ansteigenden Armbad nach Schweninger-Hauffe nachgewiesen werden. Das Schaumbad ist wohl überhaupt in seiner kreislaufschonenden Weise in gewissem Sinne mit den ansteigenden Teilbädern nach Schweninger-Hauffe in Parallele zu stellen. Hier wie dort pflegt ein kräftiger Schweißausbruch allmählich einzusetzen, ohne bei Einhaltung einer vorsichtigen Technik selbst Kreislaufkranke stärker zu belasten.

Das Schaumbad dürfte besonders bei Rheumatikern mit starken Gelenkerscheinungen und nicht zu schwerer Kreislaufschädigung als günstiges therapeutisches Mittel in Betracht kommen, um dem Patienten schon in den ersten Krankheitstagen eine schonende Hitzeapplikation zukommen zu lassen, ohne die belastende Wirkung des hydrostatischen Druckes (wie bei anderen Bädern und auch Moorbädern) berücksichtigen zu müssen.

Selbstverständlich ist es noch nicht möglich, auch nicht auf Grund dieser röntgenkymographischen Untersuchungsserie, weitere Schlüsse über die Art und Wirkung des Schaumbades zu ziehen. Es wäre hierzu wünschenswert bei weiteren Versuchen, zusammen mit eingehenden Schaumtemperaturmessungen in verschiedenen Tiefen, das Verhalten der Wärmeabstrahlung in Wannen verschiedener Größe und Wandungsbeschaffenheit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. Weiterhin wären hier noch mit Hilfe von Innentemperaturmessungen im Körper (vielleicht im Magen) die Beziehungen zwischen der Temperatur und der Dauer des Schaumbades einerseits und der Hemmung der Wärmeabstrahlung des Körpers und der Wärmestauung andererseits einer Klärung zuzuführen.

Zusammenfassung.

1. Vermittels der röntgenkymographischen Methode wurde bei 14 jungen und kreislaufgesunden Versuchspersonen beiderlei Geschlechts das Verhalten der zentralen Kreislauforgane während der Einwirkung von heißen Schaumvollbädern untersucht, insbesondere hinsichtlich der Größenänderung.

2. Die Ergebnisse dieser röntgenkymographischen Untersuchungsserie wurden zu den in früheren Untersuchungsreihen an Wasser- und Moorvollbädern gewonnenen in Beziehung gesetzt.

3. Es konnten im heißen Schaumbad im Gegensatz zu den Wasser- und Moorvollbädern keine röntgenkymographischen Veränderungen festgestellt werden.

Schrifttum.

1. Blau O., Z. f. d. ges. physikal. Ther., Bd. 37, 1929.
2. Bock H. E., Z. physikal. Ther. 41, 42 (1931).
3. Boehm G., Münchn. Med. Wchschr. 1937, Nr. 23.
4. Clemm W. N., ref. nach Z. f. d. ges. physikal. Ther. Bd. 35, 1928.
5. Eisenmenger R., Ther. Gegenw. 1918, H. 4.
6. Ekert F., Zur Technik röntgenologischer Untersuchungen über das Verhalten der zentralen Kreislauforgane und des Lungengefäßsystems in Vollbädern. Balneologe 1938, S. 67.
7. Fürstenberg und Behrend, Dtsch. med. Wchschr., Jg. 53, Nr. 32.
8. Groedel F. M. und Wachter R., Z. f. d. ges. physikal. Ther., Bd. 36, 1929.
9. Löwenstein W., Z. f. d. ges. physikal. Ther., Bd. 35, S. 233ff., 1928.
10. Löwenstein W., Z. f. d. ges. physikal. Ther., Bd. 37, S. 126ff., 1929.
11. Lurz, Dtsch. med. Wchschr. 1924, Nr. 5 und 13.
12. Stigler, Zit. nach H. E. Bock, Z. f. Kurortwissenschaft 1932.
13. Turan F., Arch. f. Balneol., Bd. 1.

Lebenslauf.

Am 23. Oktober 1908 bin ich in Stuttgart geboren. Ich besuchte in Stuttgart die König-Wilhelm-Oberrealschule und legte dort im März 1927 die Reifeprüfung ab. In den folgenden Jahren studierte ich in Tübingen, Erlangen, Rostock, Berlin und Wien Medizin. Im Dezember 1932 legte ich in Erlangen das medizinische Staatsexamen ab. Die Medizinalpraktikantenzeit leistete ich in Berlin am Horst-Wessel-Krankenhaus und am Krankenhaus Hubertus ab, und erhielt die Approbation am 31. Dezember 1933. In der folgenden Zeit war ich in Berlin, Dresden und München an verschiedenen Kliniken als Volontärassistent und Assistent tätig. Zur Zeit bin ich in München als Assistent am Institut für physikalische Therapie und Röntgenologie des Krankenhauses links der Isar.